

# ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ СТАБИЛЬНОСТИ ОСОБО ЧИСТОГО НАНОСТРУКТУРНОГО НИКЕЛЯ ПОЛУЧЕННОГО МЕТОДОМ ИНТЕНСИВНОЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ

*Кузнецов Д.Д., Столбовский А.В.*

*Руководитель – Столбовский А.В.*

Институт физики металлов УрО РАН, г. Екатеринбург,  
stolbovsky@imp.uran.ru

Интерес к объёмным нанокристаллическим материалам, произведенным интенсивной пластической деформацией, обусловлен практическим использованием их уникальных свойств, являющихся прямым следствием их специфической структуры. Особую роль в свойствах материалов, обладающих размерами зёрен менее 100 нм, в сравнении с поликристаллическими, играют большая объёмная доля границ зерен, высокая плотность дефектов кристаллической структуры и, как следствие, высокий уровень внутренних напряжений.

Однако, несмотря на привлекательность подобных структур, при повышенных температурах стабильность, как показывают некоторые исследования чистых металлов, является достаточно низкой.

Нанокристаллическую структуру особо чистого Ni (99,99 %) получали методом кручения под высоким давлением монокристаллического никеля при температуре жидкого азота. Для исследования термической стабильности проводились отжиги при температурах 100, 200 и 300 °С. Микроструктура была изучена методами ПЭМ и дюрOMETрическим исследованием с применением методик статистической обработки.

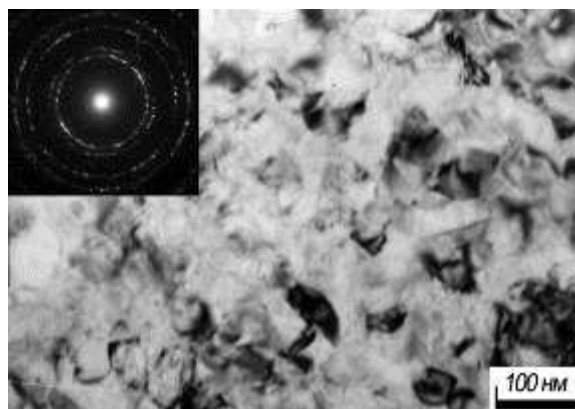


Рисунок 1. Микроструктура Ni после ИПД

После интенсивной пластической деформации на 5 оборотов кручением под высоким давлением при температуре 80 К наблюдалась однородная нанокристаллическая структура со средним размером зерна около 80 нм.

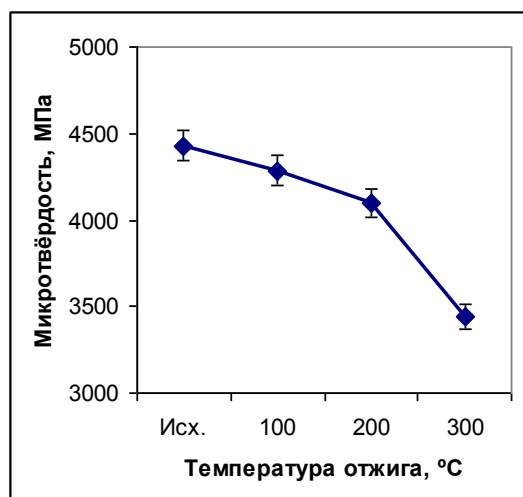


Рисунок 2. Зависимость микротвердости Ni от температуры отжига

При нагреве до 100 °C с выдержкой 1 час размер зерен практически не растет. Однако микротвердость снижается, что может свидетельствовать о процессах возврата, проходящих даже при такой низкой температуре.

В структуре никеля после отжига на 200 °C зёрна уже укрупняются, но их границы в большинстве своём всё ещё являются изогнутыми, а внутри зёрен наблюдается специфический контраст свидетельствующий о высоких внутренних напряжениях. В тоже время отжиг на 300 °C уже приводит к существенным изменениям. Происходит образование крупных зёрен, что свидетельствует о начале рекристаллизационных процессов, которые сопровождается резким падением микротвердости.

Таким образом, было показано, что структура особо чистого нанокристаллического никеля сохраняется с незначительными изменениями только при нагреве до 100 °C. При нагреве на 200 °C уже заметно увеличение среднего размера зерна, А при нагреве до 300 °C получаемая нанокристаллическая структура трансформируется в субмикрокристаллическую.

Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ (проект 10-03-00530) и Президиума РАН (программа фундаментальных исследований «Основы фундаментальных исследований нанотехнологий и наноматериалов»).